ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201711.01804v1

饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能和蛋品质的影响

王少琨[1] 殷若新[2] 王进圣[3] 钟 光[1] 王炎辉[1] 曲昆鹏[1] 张 帅[1] 宋志刚[1*]

（1.山东农业大学动物科技学院，泰安 271018；2.山东省农业科学院家禽研究所，济南 250023；3.山东凤祥股份有限公司，阳谷 252300）

摘 要：本试验旨在研究饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能和蛋品质的影响，建立粗蛋白质需要量回归模型，确定汶上芦花鸡产蛋期饲粮粗蛋白质需要量。采用单因素试验设计，选取 30 周龄、体重相近的健康汶上芦花鸡 360 只，随机分为 5 个组，每组 6 个重复，每个重复 12 只鸡。各组分别饲喂饲粮粗蛋白质水平为 13%、14%、15%、16%和 17%的试验饲粮，其他饲粮营养水平保持一致。预试期 7 d，正试期 35 d。结果表明：1）平均日粗蛋白质摄入量（ADCPI）随着饲粮粗蛋白质水平的升高而显著升高（$P<0.05$）。产蛋数、产蛋率和平均日产蛋量（ADEM）随着饲粮粗蛋白质水平的升高先升高后降低，16%粗蛋白质水平组达到最大值，显著高于 13%和 14%粗蛋白质水平组（$P<0.05$）。2）13%粗蛋白质水平组的蛋重显著低于其他各组（$P<0.05$）。16%和 17%粗蛋白质水平的组哈氏单位显著或极显著低于 13%粗蛋白质水平组（$P<0.05$ 或 $P<0.01$）。13%粗蛋白质水平组的蛋黄颜色显著浅于 14%、15%、16%粗蛋白质水平组（$P<0.05$）。蛋壳颜色方面，16%粗蛋白质水平组的亮度显著高于 14%粗蛋白质水平组（$P<0.05$），13%粗蛋白质水平组的红度显著高于 16%粗蛋白质水平组（$P<0.05$）。3）以 *ADCPI* 为因变量，以平均日增重（*ADG*）、*ADEM* 和代谢体重（$BW^{0.75}$）为自变量，建立汶上芦花鸡饲粮粗蛋白质需要量回归模型为：$ADCPI=0.02ADG+0.22ADEM+4.20BW^{0.75}$（$R^2$=974 5，$P<0.05$）。由此可见，汶上芦花鸡 31~36 周龄适宜的饲粮粗蛋白质水平为 15.55%。

关键词：汶上芦花鸡；粗蛋白质；生产性能；蛋品质

中图分类号：S831

蛋白质是蛋鸡维持生产必需的营养物质之一，饲粮粗蛋白质水平对蛋鸡的生产性能、蛋品质等都有很大的影响[1]。目前，饲粮粗蛋白质水平对蛋鸡生产性能的研究比较多，但研究

收稿日期：2017-04-10

基金项目：山东省现代农业产业技术体系家禽创新团队营养与饲料岗位项目（SDAIT-011-08）

作者简介：王少琨（1992—），男，山东青岛人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail： 276728284@qq.com

*通信作者：宋志刚，教授，博士生导师，E-mail： naposong@qq.com

结果不尽相同。有研究表明，随饲粮粗蛋白质水平的升高，产蛋率、产蛋量、蛋重、蛋比重、采食量和鸡体重显著增加[2-3]。也有研究发现，饲粮粗蛋白质水平为 16%时，产蛋高峰期淮南麻黄鸡具有最佳的生产性能[4]。北京油鸡产蛋高峰期适宜的饲粮粗蛋白质水平为 15.2%[5]。

汶上芦花鸡是山东省优良地方鸡品种，具有耐粗饲、抗病力强、产蛋较多、肉质好等特点，目前尚未见其营养需要量的研究报道。因此，本试验旨在研究饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能和蛋品质的影响，为其产蛋期间适宜的饲粮粗蛋白质需要量提供重要的参考依据。

1　材料与方法

1.1　试验动物与试验设计

试验采用单因素试验设计，选取 30 周龄、体重相近的健康汶上芦花鸡 360 只，随机分为 5 个组，每组 6 个重复，每个重复 12 只鸡。各组分别饲喂饲粮粗蛋白质水平为 13%、14%、15%、16%和 17%的试验饲粮，其他营养水平保持一致。预试期 7 d（30 周龄），正试验 35 d（31~36 周龄）。

1.2　试验饲粮组成及营养水平

参考我国《鸡饲养标准》（NY/T 33-2004），采用玉米-豆粕型饲粮，并结合企业生产实际设计试验饲粮，其组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	组别 Groups 1	2	3	4	5
原料 Ingredients					
玉米 Corn	72.5	69.3	65.8	62.4	58.9
豆粕 Soybean meal （43%）	14.3	17.3	20.3	23.2	26.2
麸皮 Wheat bran	0.2				
豆油 Soybean oil		0.4	0.9	1.4	1.9
石粉 Limestone	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
预混料 Premix1)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
合计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels2)					
粗蛋白质 CP	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00

chinaXiv:201711.01804v1

代谢能 ME/(MJ/kg)	11.30	11.30	11.30	11.30	11.30
钙 Ca	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60
有效磷 AP	0.26	0.27	0.27	0.27	0.28

1) 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 6 000 IU，VD_3 2 500 IU，VB_1 1.75 mg，VB_2 5.5 mg，VB_6 4 mg，VB_{12} 0.18 mg，VE 25 mg，VK_3 2.25 mg，Fe 75 mg，Cu 7.5 mg，Zn 60 mg，Mn 60 mg，Se 0.15 mg，Ca 6.5 g，P 2.0 g，Met 1.6 g，生物素 biotin 0.14 mg，叶酸 folic acid 0.8 mg，烟酸 nicotinic acid 34 mg，泛酸 pantothenic acid 12 mg，植酸酶 phytase 400 U，胆碱 chloride 350 mg，食盐 NaCl 3.7 g。

2)营养水平均为计算值。Nutrient levels were all calculated values.

1.3 饲养管理

采用舍内 2 层笼养。自然光照加人工补光，每天光照时间为 16 h，自由采食和饮水。采用常规饲养管理和免疫程序。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生产性能

试验期内，以重复为单位记录每天的产蛋数、产蛋重、不合格蛋数，计算产蛋率、不合格蛋率、平均蛋重、平均日产蛋量（ADEM）。每周统计 1 次耗料量，计算平均日采食量（ADFI）、平均日粗蛋白质摄入量（ADCPI）、料蛋比。试验开始时每重复选取 4 只试验鸡标号后称重，试验结束时再次称重，计算平均日增重（ADG）。

1.4.2 蛋品质

试验结束时，每个重复随机挑选 5 枚鸡蛋，当天立即测定蛋品质。色差仪（CR-410 型，日本美能达公司）测定蛋壳颜色，电子天平称蛋重，游标卡尺测定鸡蛋的长短径，蛋壳厚度测量仪（ETG-1061 型，日本 Robotmation 公司）测定蛋壳厚度，蛋壳强度测试仪（EFG-0503 型，日本 Robotmation 公司）测定蛋壳强度，多功能蛋品质检测仪（EMT-5200 型，日本 Robotmation 公司）测定蛋白高度、蛋黄颜色、哈氏单位。分蛋器分离蛋黄，蛋黄、蛋壳称重，计算蛋黄比重、蛋壳比重。

1.5 数据处理

试验数据用SAS 9.2软件进行单因素方差分析(one-way ANOVA)，$P<0.05$为差异显著，$P<0.01$为差异极显著。各组数据均以平均值±标准误表示。用逐步回归分析法建立多元线性

chinaXiv:201711.01804v1

回归方程模拟饲粮粗蛋白质需要量。

2 结 果

2.1 饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能的影响

由表 2 可知，饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡的 ADCPI、ADEM、产蛋数和产蛋率有显著影响（P<0.05）。ADCPI 随着饲粮粗蛋白质水平的升高而显著升高（P<0.05）。产蛋数、产蛋率和 ADEM 随着饲粮粗蛋白质水平的升高先升高后降低，16%粗蛋白质水平组达到最大值，显著高于 13%和 14%粗蛋白质水平组（P<0.05）。16%粗蛋白质水平组平均日采食量最高，但各组差异不显著（P＞0.05），饲粮粗蛋白质水平超过 16%时，平均日采食量开始下降。

表 2 饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能的影响

Table 2 Effects of dietary crude protein level on performance of *Wenshang Luhua* chickens

项目 Items	饲粮粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/% 13	14	15	16	17	P 值 P-value
平均日采食量 ADFI/g	88.35±0.73	88.32±0.30	89.06±0.29	90.72±0.63	88.38±0.80	0.051 5
平均日粗蛋白质摄入量 ADCPI/g	11.48±0.09^{e}	12.36±0.04^{d}	13.36±0.04^{c}	14.51±0.10^{b}	15.03±0.14^{a}	<0.000 1
平均体重 ABW/kg	1.60±0.03	1.61±0.03	1.65±0.05	1.68±0.04	1.62±0.03	0.470 8
代谢体重 BW$^{0.75}$/kg	1.42±0.02	1.43±0.02	1.46±0.03	1.48±0.03	1.43±0.02	0.477 1
平均日增重 ADG/g	3.18±0.63	4.61±2.21	6.39±2.58	5.93±0.46	2.53±0.94	0.387 4
产蛋数 Egg number/个	19.08±0.60^{b}	19.16±0.79^{b}	20.55±0.35^{ab}	21.65±0.74^{a}	20.08±0.85^{ab}	0.046 1
产蛋率 Laying rate/%	63.60±2.00^{b}	63.86±2.62^{b}	68.49±1.16^{ab}	72.18±2.46^{a}	66.94±2.84^{ab}	0.046 1
平均蛋重 Egg weight/g	46.71±0.43	47.29±0.34	47.21±0.49	47.69±0.21	47.51±0.24	0.387 3
平均日产蛋量 ADEM/g	29.70±0.94^{b}	30.22±1.33^{b}	32.33±0.61^{ab}	34.41±1.13^{a}	31.69±1.25^{ab}	0.030 0
不合格蛋率 Unqualified egg rate/%	1.33±0.28	1.32±0.25	1.22±0.32	1.17±0.21	1.79±0.33	0.554 6
料蛋比 Feed/egg	2.97±0.13	2.90±0.11	2.73±0.05	2.68±0.09	2.75±0.09	0.263 0

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著（P>0.05），相邻字母表示差异显著（P<0.05），相间字母表示差异极显著（P<0.01）。表 3 同。

In the same row, values with the same letter or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with adjacent letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with alternate letter superscripts mean significant difference (P<0.01). The same as Table 3.

chinaXiv:201711.01804v1

2.2　饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡蛋品质的影响

由表 3 可知，饲粮粗蛋白质水平对蛋重、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋壳颜色（亮度和红度）有显著影响（P<0.05）。随着饲粮粗蛋白质水平的升高，蛋重逐渐升高，13%粗蛋白质水平组的蛋重显著低于其他各组（P<0.05）。蛋黄颜色方面，13%粗蛋白质水平组的颜色最浅，显著浅于 14%、15%、16%粗蛋白质水平组（P<0.05）。哈氏单位随着饲粮粗蛋白水平的升高先降低后升高，16%和 17%粗蛋白质水平组显著或极显著低于 13%粗蛋白质水平组（P<0.05 或 P<0.01）。蛋壳颜色方面，16%粗蛋白质水平组的亮度最高，显著高于 14%粗蛋白质水平组（P<0.05）；13%粗蛋白质水平组的红度显著高于 16%粗蛋白质水平组（P<0.05）。

表 3　饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡蛋品质的影响

Table 3　Effects of dietary crude protein level on egg quality of *Wenshang Luhua* chickens

项目 Items		饲粮粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%					P 值 P-value
		13	14	15	16	17	
蛋重 EW/g		46.78±0.49[b]	48.55±0.69[a]	49.17±0.67[a]	49.43±0.60[a]	49.69±0.54[a]	0.005 6
蛋形指数 ESI		1.33±0.01	1.33±0.01	1.33±0.01	1.33±0.01	1.33±0.01	0.978 3
蛋壳厚度 EST/mm		0.30±0.00	0.31±0.01	0.31±0.00	0.30±0.01	0.31±0.00	0.527 8
蛋壳硬度 ESS/(kg/cm^2)		3.75±0.09	3.82±0.12	3.95±0.10	4.02±0.11	3.90±0.10	0.380 4
蛋白高度 AH/mm		4.95±0.16	5.05±0.15	4.64±0.10	4.65±0.12	4.83±0.12	0.182 3
蛋黄颜色 YC		6.26±0.29[b]	7.14±0.20[a]	7.09±0.18[a]	7.03±0.19[a]	6.55±0.25[ab]	0.020 3
哈氏单位 HU		75.81±0.98[a]	74.72±0.96[ab]	73.51±0.77[abc]	71.83±0.75[c]	72.85±0.82[bc]	0.013 2
蛋黄比重 YR/%		32.29±0.29	31.75±0.34	32.23±0.31	32.06±0.32	32.67±0.37	0.378 8
蛋壳比重 ESR/%		10.98±0.15	11.29±0.15	11.39±0.16	11.16±0.15	11.24±0.11	0.363 9
蛋壳颜色 ESC	亮度 L^*	73.61±0.63[ab]	72.56±0.65[b]	73.69±0.67[ab]	74.64±0.56[a]	72.66±0.57[ab]	0.031 3
	红度 a^*	25.26±0.45[a]	24.10±0.38[ab]	24.24±0.44[ab]	23.51±0.35[b]	24.55±0.37[ab]	0.041 1
	黄度 b^*	9.70±0.61	11.01±0.60	9.62±0.69	9.94±0.53	11.49±0.58	0.105 4

2.3　汶上芦花鸡 31~36 周龄粗蛋白质需要量

逐步回归分析法建立汶上芦花鸡 31~36 周龄粗蛋白质需要量多元线性回归方程。以 *ADCPI* 为因变量，以 *ADG*、*ADEM* 和代谢体重（$BW^{0.75}$）为自变量，建立的回归模型如表 4 所示。根据回归模型，结合饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能的影响，得出汶上芦花鸡的饲粮粗蛋白质需要量为 15.55%。

表 4　汶上芦花鸡 31~36 周龄粗蛋白质需要量

chinaXiv:201711.01804v1

ChinaXiv合作期刊

Table 4　Crude protein requirement of *Wenshang Luhua* chickens aged from 31 to 36 weeks

析因模型 Factorial model	R^2	饲粮粗蛋白质水平 Dietary crude protein level/%
$ADCPI$=0.02ADG+0.22$ADEM$+4.20$BW^{0.75}$	0.974 5	15.55

3　讨　论

3.1　饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡生产性能的影响

家禽采食量受多种因素的影响，饲粮能量水平对其起决定性作用，但当营养不平衡时，家禽为能而食的杠杆平衡会被打破[6]。本试验中，当饲粮粗蛋白水平低于16%时，平均日采食量先随着饲粮粗蛋白水平的升高而升高，超过 16%时平均日采食量反而下降。说明 16%的饲粮粗蛋白质水平接近于汶上芦花鸡适宜的粗蛋白质水平。饲粮粗蛋白水平低于 16%时，随着粗蛋白质摄入量的增加，机体需要更多的能量来分解吸收粗蛋白质，故而导致平均日采食量的增加。粗蛋白质在家禽体内的最终降解产物为尿酸，当饲粮粗蛋白质水平超过 16%时，机体产生的尿酸过多，沉积在皮下、关节、肾脏等部位，造成严重的痛风，致使家禽采食量降低[7]。ADCPI 随饲粮粗蛋白水平的升高而显著升高，与前人研究结果[8]一致。

饲粮粗蛋白质水平是影响机体体重的重要营养因素之一，足够的粗蛋白质摄入量是机体维持正常生命和生产活动的保证。本试验中，饲粮粗蛋白质水平对平均体重和平均日增重的影响不显著，但 15%和 16%粗蛋白质水平组的平均体重和平均日增重与其他各组相比较高，虽然 17%粗蛋白质水平组 ADCPI 最高，但未获得最大平均体重和平均日增重，这与秦江帆等[9]的研究结果一致。原因可能是过高的饲粮粗蛋白质水平对家禽造成应激，引起机体消化不良，造成其他营养物质的流失，而过量的氨基酸分解易产生毒性，抑制家禽的生长。

本试验中，饲粮粗蛋白质水平显著影响了产蛋数、产蛋率和 ADEM，表现为在一定范围内随饲粮粗蛋白质水平的升高而升高，这与前人的研究报道一致。徐宁等[10]对京红 1 号蛋种鸡的研究发现，在相同能量水平下，随着饲粮粗蛋白质水平的提高，产蛋率和日产蛋量都显著升高。孙永刚等[11]研究发现，产蛋高峰期海兰褐蛋鸡的产蛋率和日产蛋量也随着饲粮粗蛋白质水平的升高而升高。本试验中，并不是饲粮粗蛋白质水平最高的组获得最高的产蛋性能，这与殷若新等[12]的研究结果一致。由此可见，只有当饲粮粗蛋白质水平与动物的需要量相适宜时，才能最大限度发挥动物的生产潜力，以最小的投入得到最大的回报。

3.2　饲粮粗蛋白质水平对汶上芦花鸡蛋品质的影响

chinaXiv:201711.01804v1

鸡蛋干物质中约有50%是蛋白质，故饲粮粗蛋白质水平对蛋重有重要影响。付胜勇等[13]研究发现，低蛋白质水平饲粮显著降低了蛋鸡22~44周龄蛋重。本试验结果与之类似，13%蛋白质水平组的蛋重显著低于其他各组，蛋重有随着饲粮CP水平升高而升高的趋势。饲粮粗蛋白质水平对蛋形指数、蛋壳厚度、蛋壳硬度的影响不显著，说明汶上芦花鸡这几个蛋品质指标遗传力较高。

饲粮粗蛋白质水平对哈氏单位的影响不明确，有报道称，饲粮16%粗蛋白质水平与12%粗蛋白质水平相比能显著提高鸡蛋的哈氏单位[14]，也有报道称饲粮粗蛋白质水平对哈氏单位的影响不显著[15]。本试验中，哈氏单位有随着饲粮粗蛋白质水平升高而降低的趋势，与前人研究不一致，原因有待进一步研究验证。

蛋黄颜色和蛋壳颜色是消费者主观品评蛋品质的一项重要指标，本试验中，饲粮粗蛋白质水平对蛋黄颜色、蛋壳颜色都产生了显著影响，但未出现规律性变化趋势，原因可能是饲料原料中着色素含量不同所致。

3.3　汶上芦花鸡产蛋期粗蛋白质需要量

粗蛋白质是产蛋鸡的基本营养需要之一，影响产蛋鸡粗蛋白质需要量的因素主要有饲养管理方式、环境温度以及蛋鸡的品种、体型、生理阶段等[16-17]。不同国家气候条件和饲养管理方式不同，推荐的产蛋鸡粗蛋白质需要量也不同。NRC（1994）推荐蛋鸡产蛋期饲粮粗蛋白质水平为17%，而《鸡饲养标准》（NY/T 33-2 004）中建议蛋鸡产蛋期饲粮粗蛋白质水平为15.5%~16.5%。不同蛋鸡品种间的粗蛋白质需要量的差异也比较大。耿爱莲等[18]研究报道，北京油鸡产蛋高峰期适宜的饲粮粗蛋白质水平为15.2%，黄宝华等[19]研究发现，海兰白W-36蛋鸡19~43周龄适宜的饲粮粗蛋白质水平为17%。本试验得出，实际生产条件下，汶上芦花鸡31~36周龄适宜的饲粮粗蛋白质水平为15.5%。

产蛋鸡的粗蛋白质需要量可以分为维持需要、产蛋需要和增重需要3个方面[7]。本试验根据建立的回归模型，得出汶上芦花鸡3部分粗蛋白质需要量分别为4.20 g/kg $BW^{0.75}$、0.22 g/g ADEM、0.02 g/g ADG。杨凤[20]给出的产蛋鸡维持需要量为2.39~3.83 g/kg $BW^{0.75}$。Song等[21]研究发现，罗曼褐母鸡每天的粗蛋白质维持需要量约为1.71 g/kg $BW^{0.75}$。研究结果不尽相同，这可能是由于蛋鸡品种不同、个体代谢体重不同、生理状态不同、生产性能不同造成的。

chinaXiv:201711.01804v1

chinaXiv:201711.01804v1

4 结 论

① 在一定范围内，随着饲粮粗蛋白质水平的升高，汶上芦花鸡的生产性能有所提高，当饲粮粗蛋白质水平超过 16%时会降低其生产性能。

② 饲粮粗蛋白质水平影响了汶上芦花鸡的蛋重、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋壳颜色（亮度和红度）。蛋重随着饲粮粗蛋白质水平的升高逐渐升高，蛋黄颜色和蛋壳颜色未出现规律性变化。

③ 汶上芦花鸡 31~36 周龄适宜的饲粮粗蛋白质水平为 15.55%。

参考文献:

[1] 周永孝,耿爱莲,赵芙蓉.产蛋鸡蛋白质需要量研究进展[J].中国家禽,2012,34(11):51–53.

[2] BUNCHASAK C,SILAPASORN T.Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance,reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions[J].International Journal of Poultry Science,2005,4(5):301–308.

[3] WU G,LIU Z,BRYANT M M,et al.Performance comparison and nutritional requirements of five commercial layer strains in phase IV[J].International Journal of Poultry Science,2005,4(4):182–186.

[4] 朱由彩,李吕木,詹凯,等.日粮粗蛋白水平对淮南麻黄鸡种鸡产蛋性能的影响[J].中国家禽,2013,35(8):25–29.

[5] 周永孝.北京油鸡产蛋高峰期适宜粗蛋白水平的研究[D].硕士学位论文.洛阳:河南科技大学,2012.

[6] 朱良瑞,赵君和,梅业高.蛋鸡采食量的影响因素分析[J].中国家禽,2015,37(3):60–61.

[7] 呙于明.家禽营养[M].2 版.北京:中国农业大学出版社,2004.

[8] GUNAWARDANA P,ROLAND D A,BRYANT M M.Effect of energy and protein on performance,egg components,egg solids,egg quality,and profits in molted Hy-Line W-36 Hens[J].Journal of Applied Poultry Research,2008,17(4):432–439.

[9] 秦江帆,梁祖满,方瑞坤.不同能量浓度和蛋白质水平及胆碱对康达尔黄羽肉鸡后期生长性能的影响[J].饲料博览,2002(12):30–31.

[10] 徐宁,李海艳,李峰娟,等.不同能量蛋白水平对蛋种鸡生产性能的影响[J].饲料研

究,2011(8):53–55.

[11] 孙永刚,王志祥,亢娟娟,等.不同营养水平日粮对蛋鸡高峰期产蛋性能的影响[J].饲料研究,2010(9):20–24.

[12] 殷若新,曹丙健,胡希怡,等.饲粮粗蛋白质水平对济宁百日蛋种鸡生产性能的影响[J].动物营养学报,2016,28(5):1549–1557.

[13] 付胜勇,武书庚,张海军,等.标准回肠可消化氨基酸模式下降低饲粮粗蛋白质水平对蛋鸡生产性能、蛋品质及氮平衡的影响[J].动物营养学报,2012,24(9):1683–1693.

[14] KANG C W,NAM K T,OLSON O E,et al.Effects of dietary protein level,restricted feeding,strain and age on eggshell quality in laying hens[J].Asian Australasian Journal of Animal Sciences,1996,9(6):727–746.

[15] SEHU A,CENGIZ O,CAKIR S.The effects of diets including different energy and protein levels on egg production and quality in quails[J].Indian Veterinary Journal,2005,82(12):1291–1294.

[16] PANDA A K,RAO S V R,RAJU M V,et al.Effect of nutrient density on production performance,egg quality and humoral immune response of brown laying (Dahlem Red) hens in the tropics[J].Tropical Animal Health and Production,2012,44(2):293–299.

[17] JUNQUEIRA O M,DE LAURENTIZ A C,FILARDI R D S,et al.Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle[J].Journal of Applied Poultry Research,2006,15(1):110–115.

[18] 耿爱莲,石晓琳,王海宏,等.饲粮粗蛋白质水平对散养北京油鸡产蛋性能及蛋品质的影响[J].动物营养学报,2011,23(2):307–315.

[19] 黄保华,张桂芝,石天虹,等.不同营养水平对蛋鸡 19～72 周龄生产性能的影响[J].山东家禽,2000(1):10–13.

[20] 杨凤.动物营养学[M].3 版.北京:中国农业大学出版社,2003.

[21] SONG C L,MA Q G,GUE H,et al.Comparative study on nitrogen metabolism and the nitrogen maintenance requirement in Lohmann brown roosters and layers[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2010,1(1):49–53.

chinaXiv:201711.01804v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201711.01804v1

Effects of Dietary Crude Protein Level on Performance and Egg Quality of *Wenshang Luhua* Chickens

WANG Shaokun[1] YIN Ruoxin[2] WANG Jinsheng[3] ZHONG Guang[1] WANG Yanhui[1] QU Kunpeng[1] ZHANG Shuai[1] SONG Zhigang[1*]

(1. *College of Animal Science and Technology*, *Shandong Agricultural University*, *Tai'an* 271018, *China*; 2. *Poultry Institute*, *Shandong Academy of Agricultural Science*, *Ji'nan* 250023, *China;* 3. *Shandong Fengxiang Group Limited Liability Company, Yanggu* 252300*, China*)

Abstract: This experiment conducted to investigate the effects of dietary crude protein level on performance and egg quality of *Wenshang Luhua* chickens, aiming to establish factorial model of crude protein requirement, and to define the crude protein requirement of *Wenshang Luhua* chickens in laying period. A single-factor experiments design was applied, and a total of 360 healthy 30-week-old *Wenshang Luhua* chickens with similar body weight were randomly allocated to 5 groups with 6 replicates per group and 12 chickens per replicate. Chickens in the 5 groups were fed the experimental diets which the crude protein levels were 13%, 14%,15%, 16% and 17%, respectively. The pretest period lasted for 7 days and the experiment period lasted for 35 days. The results showed as follows: 1) the average daily crude protein intake (ADCPI) was significantly increased with dietary crude protein level increased (P<0.05); the egg number, laying rate and average daily egg mass (ADEM) were firstly increased then decreased with dietary crude protein level increased, which in 16% crude protein level group got the maximum values, and significantly higher than those in 13% and 14% crude protein level groups (P<0.05). 2) The egg weight in 13% crude protein level group was significantly lower than that in other groups (P<0.05). The Haugh unit in 16% and 17% crude protein level groups was significantly lower than that in 13% crude protein level group （P<0.05 or P<0.01）. The yolk color in 13% crude protein level group was significantly lower than that in 14%, 15% and 16% crude protein level groups (P<0.05). In the aspect of eggshell color, the lightness in 16% group was significantly higher than that in 14% crude protein level group (P<0.05), and the redness in 13% group was significantly

ChinaXiv合作期刊

higher than that in 16% crude protein level group (P<0.05). 3) Given ADCPI as the dependent variable, average daily gain (ADG), ADEM and metabolic weight ($BW^{0.75}$) as the independent variable, the factorial model of dietary crude protein requirement of *Wenshang Luhua* chickens was as follows: $ADCPI=0.02ADG+0.22ADEM+4.20BW^{0.75}$ （R^2=974 5，P<0.05）. In conclusion, the suitable dietary crude protein level of *Wenshang Luhua* laying hens aged from 31 to 36 weeks is 15.55%.

Key words: *Wenshang Luhua* laying hens; crude protein; performance; egg quality

---

*Corresponding author, professor, E-mail： naposong@qq.com (责任编辑　武海龙)

chinaXiv:201711.01804v1